

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-022415

(43)Date of publication of application : 23.01.1998

(51)Int.Cl.

H01L 23/12
H01L 23/04
H01P 1/203

(21)Application number : 08-169534

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 28.06.1996

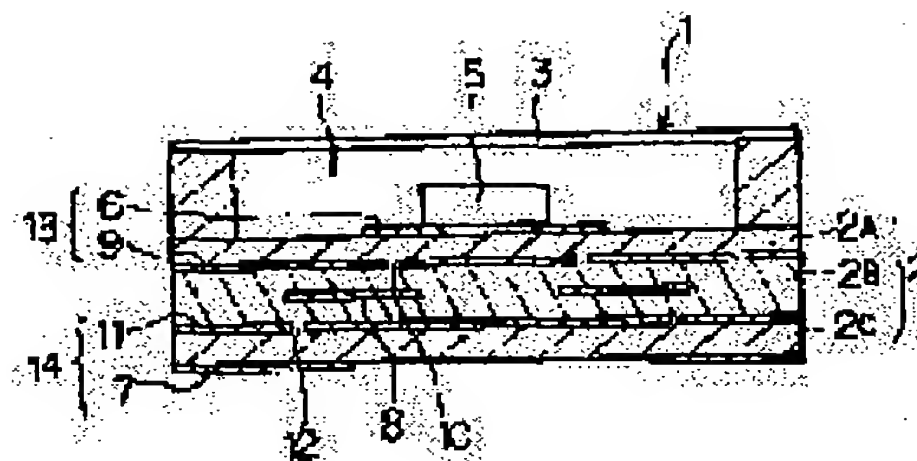
(72)Inventor : KITAZAWA KENJI
KORIYAMA SHINICHI
FUJII MIKIO

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE FOR HIGH FREQUENCY WAVE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor device for high frequency wave which is usable in a frequency range from microwaves to millimeter waves and has less deterioration in characteristics due to reflection loss and radiation loss of signals, and a semiconductor device for high frequency which has a filter enclosed therein and enables miniaturization.

SOLUTION: This device has a semiconductor element 5 mounted inside of a cavity portion 4 formed by an insulating board 2 including a plurality of stacked dielectric layers 2A, 2B, 2C and a cover 3, and has high-frequency transmission lines 6, 7 on the front and bottom surfaces of the insulating board 2 in the cavity 4. A filter circuit 8 is provided within the board 2, and the transmission line 6 and the transmission line 7 are electromagnetically coupled with each other via the filter circuit 8. In this case, the high-frequency transmission lines 6, 7 are arranged on the surfaces of the dielectric layers 2A, 2B of low dielectric constant, and the filter circuit 8 is arranged in the dielectric layer 2B of high dielectric constant.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3398282

[Date of registration] 14.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

| | | | | |
|----------------------------|-------|--------|---------|---------------|
| (51) Int. Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| H 0 1 L | 23/12 | 3 0 1 | H 0 1 L | 23/12 3 0 1 L |
| | 23/04 | | | 23/04 F |
| H 0 1 P | 1/203 | | H 0 1 P | 1/203 |

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L

(全 6 頁)

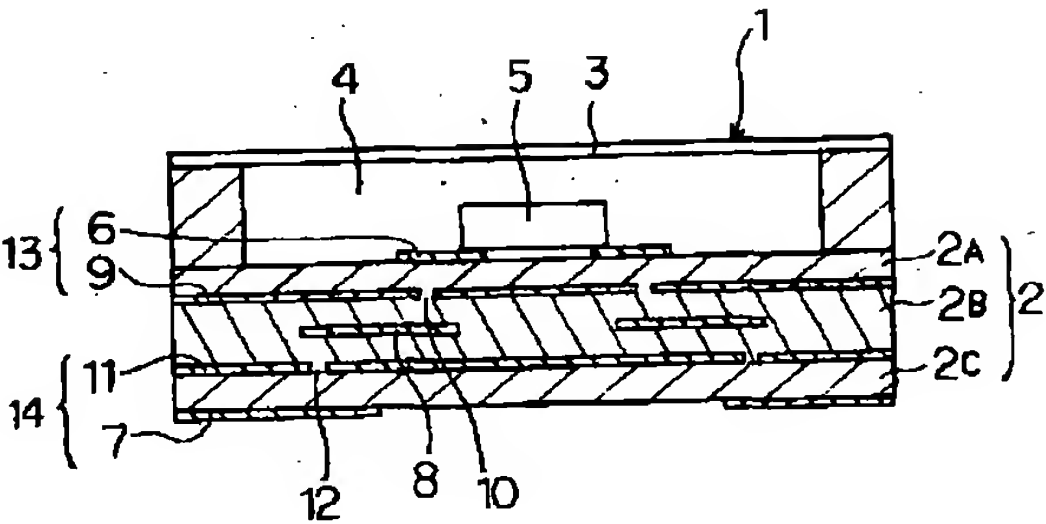
| | | | |
|-----------|-----------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願平8-169534 | (71) 出願人 | 000006633 京セラ株式会社 京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22 |
| (22) 出願日 | 平成8年(1996)6月28日 | (72) 発明者 | 北澤 謙治 鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 郡山 慎一 鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 藤井 幹男 鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内 |

(54) 【発明の名称】 高周波用半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 マイクロ波からミリ波帯域でも使用可能で信号の反射損、放射損等による特性劣化が小さい高周波用半導体装置、ならびにフィルターを内蔵した小型化が可能な高周波用半導体装置を提供する。

【解決手段】 複数の誘電体層 2 A、2 B、2 C を積層してなる絶縁基板 2 と、蓋体 3 により形成されるキャビティ 4 内部に半導体素子 5 が搭載され、キャビティ 4 内部の絶縁基板 2 の表面と底面に高周波用伝送線路 6、7 を有するとともに、基板 2 内にフィルター回路 8 を備え、伝送線路 6 と伝送線路 7 とがフィルター回路 8 を介して電磁結合された半導体装置であって、高周波用伝送線路 6、7 はいずれも低誘電率誘電体層 2 A、2 C 表面に、フィルター回路 8 は、高誘電率誘電体層 2 B 間に配設されたことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の誘電体層を積層してなる絶縁基板と、蓋体により形成されるキャビティ内部に半導体素子が搭載され、前記キャビティ内部の前記絶縁基板の表面に、前記半導体素子と電氣的に接続された第1の高周波用伝送線路と、前記絶縁基板の底面に形成された第2の高周波用伝送線路と、絶縁基板内に特定周波数の信号のみを通過させるためのフィルター回路を備え、前記第1の高周波用伝送線路と前記第2の高周波用伝送線路とが前記フィルター回路を介して電磁結合された半導体装置であって、前記第1および第2の高周波用伝送線路は、低誘電率誘電体層表面に形成され、前記フィルター回路は、高誘電率誘電体層間に配設されたことを特徴とする高周波用半導体装置。

【請求項2】前記フィルター回路は、第1の接地層に形成されたスロット孔を介して前記第1の高周波用伝送線路と電磁結合され、第2の接地層に形成されたスロット孔を介して第2の高周波用伝送線路と電磁結合されることを特徴とする請求項1記載の高周波用半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ波帯からミリ波帯領域の高周波用として用いられる半導体装置に関し、特に、高周波信号の特性を劣化させることなく半導体素子や回路部品に信号を伝送することが出来る半導体装置、さらには特定周波数の信号のみを伝送することが出来るフィルタ回路を内蔵した高周波用半導体装置に関する。

【0002】

【従来技術】従来、マイクロ波やミリ波の信号を取り扱う半導体装置では、図7(a)に示すように、誘電体からなる絶縁基板20と蓋体21により形成されたキャビティ22内に半導体素子(IC)23を搭載して気密に封止している。そして、信号等の入出力は、絶縁基板20表面にストリップ線路等の高周波用伝送線路24を形成し、この伝送線路24とIC23とをワイヤボンディングやリボン等によって接続されている。また、他の方法として図7(b)に示すように、絶縁基板20の底面に高周波用伝送線路24を形成し、この伝送線路24とIC23とをスルーホール25を通じて接続したのも提案されている。さらに、図7(c)に示すように、半導体装置の底面に形成した伝送線路24を半導体装置の側面を経由して表面の伝送線路に接続して信号等を伝送するものも提案されている。(特開昭61-168939号)。

【0003】また、最近では、内部回路(MMIC)を保護するための入力フィルターや内部回路(MMIC)から発生されるノイズを遮断するための出力フィルターが要求されつつあるが、このような場合には、半導体装置の外部にバンドパスフィルタを別途設けたり、あるい

は、図7(a)～(c)半導体装置の絶縁基板20のキャビティ外の伝送線路24の一部、例えば側壁内に形成することも提案されている(特開平7-273273号)。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図7(a)、(c)に示されるように、IC搭載面に伝送線路24を形成し、伝送線路24が蓋体21を通過する場合、側壁通過部で信号線路がマイクロストリップ線路からストリップ線路へと変換されるため、信号線路幅を狭くする必要がある。その結果、この変換部で反射損、放射損が発生しやすいため高周波信号の特性劣化が起こりやすくなるという問題がある。また、IC搭載面の側面に伝送線路を形成する関係上、半導体装置自体が必然的に大きくなるため回路基板の小型化が困難であった。

【0005】図7(b)は、この問題に対して、スルーホール25を用いて底面の伝送線路と電氣的に接続して、外部回路基板に面実装を可能としたものである。しかし、この図7(b)の構造においては、伝送する信号の使用周波数が10GHz以上になるとスルーホール25での透過損失が急激に大きくなるために、マイクロ波帯からミリ波帯領域の信号を特性劣化なく伝送することが困難であった。

【0006】また、特定周波数のみを通過させる機能を具備する半導体装置において、図7(a)の外部にフィルタを設けた装置では、装置全体の小型化には寄与できず、さらにバンドパスフィルタ回路を伝送線路の一部に形成した装置でも、伝送線路形成面の面積が大きくなり、特に、絶縁基板の側壁に形成する場合は絶縁基板の側壁は非常に小さいために線路を印刷することが難しく、且つ共振線路間がショートする等の危険性があった。

【0007】従って、本発明は、マイクロ波からミリ波帯領域でも使用可能で信号の特性劣化が非常に小さい高周波用半導体装置を提供すること、さらには、フィルタを内蔵した小型化が可能な高周波用半導体装置を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、マイクロ波やミリ波等の高周波用としての半導体装置において、信号の特性の劣化なく、かつ特定周波数の信号のみを通過させることができるフィルタを具備する半導体装置の構造について検討を重ねた結果、複数の誘電体材料を積層した絶縁基板と蓋体により形成されるキャビティ内部に半導体素子が搭載された半導体装置において、前記キャビティ内部の前記絶縁基板の表面に、前記半導体素子と電氣的に接続された第1の高周波用伝送線路を形成し、前記絶縁基板の底面に第2の高周波用伝送線路と形成し、且つ絶縁基板内に特定周波数の信号のみを通過させるためのフィルター回路を備え、前記第1の高周波用

伝送線路と前記第2の高周波伝送線路とを前記フィルター回路を介して電磁結合させることにより、伝送信号の損失なく、特定信号のみを伝送することが可能となることを見いだした。さらに、本発明では、上記の構成に加え、前記フィルター回路を高誘電率誘電体層間に配設することにより、フィルター回路自身を小型化することが可能となり高周波用半導体装置に内蔵することができ、かつ高周波信号の透過特性を向上することができることを見いだしたものである。

【0009】即ち、本発明の高周波用半導体装置は、複数の誘電体層を積層してなる絶縁基板と、蓋体により形成されるキャビティ内部に半導体素子が搭載され、前記キャビティ内部の前記絶縁基板の表面に、前記半導体素子と電氣的に接続された第1の高周波用伝送線路と、前記絶縁基板の底面に形成された第2の高周波用伝送線路と、絶縁基板内に特定周波数の信号のみを通過させるためのフィルター回路を備え、前記第1の高周波用伝送線路と前記第2の高周波伝送線路とが前記フィルター回路を介して電磁結合された半導体装置であって、前記第1および第2の高周波用伝送線路は、低誘電率誘電体層表面に形成され、前記フィルター回路は、高誘電率誘電体層間に配設されたことを特徴とするものである。

【0010】また、前記フィルター回路は、第1の接地層に形成されたスロット孔を介して前記第1の高周波用伝送線路と電磁結合され、第2の接地層に形成されたスロット孔を介して第2の高周波用伝送線路と電磁結合したことを特徴とする。

【0011】本発明の上記の構成によれば、誘電率の異なる複数の誘電体材料を積層した絶縁基板と蓋体により形成されるキャビティ内部においてIC素子と電氣的に接続された第1の高周波用伝送線路と、前記絶縁基板の底面に第2の高周波用伝送線路とを、前記フィルター回路を介して対峙する位置に形成して電磁結合させることにより、伝送線路が蓋体の側壁を通過することなく結合できるために、側壁通過部において信号線路がマイクロストリップ線路からストリップ線路へと変換されるための反射損、放射損の発生がなく、またスルーホールやビアホール等による透過損失の影響を受けることがないため、高周波信号を伝送損失を抑制し、かつ必要な周波数の信号を通過伝送することができる。

【0012】しかも、前記第1および第2の高周波用伝送線路を低誘電率誘電体層表面に形成し、上記フィルター回路を高誘電率の誘電体材料からなる絶縁層間に配設することにより、同一の誘電体材料から形成する場合よりもさらにフィルター回路を小型化することができ、かつ高周波信号の透過特性を高めることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の高周波用半導体装置の一例を図1に示した。図1によれば、高周波用半導体装置1は、複数の誘電体層を積層した絶縁基板2と蓋体3に

よりキャビティ4が形成されており、そのキャビティ4内には、IC等の半導体素子5が搭載されている。絶縁基板2を構成する誘電体材料としては、ガラスセラミックス、セラミック金属複合材料、ガラス有機樹脂系複合材料等が好適に使用される。

【0014】一方、蓋体3は、キャビティからの電磁波が外部に漏洩するのを防止できる材料から構成することが望ましく、セラミックス、セラミック金属複合材料、ガラスセラミックス等が使用できるが、これらの材料中に電磁波を吸収させることのできるカーボン等の電磁波吸収物質を少量分散させたり、蓋体の表面にこれらの電磁波吸収物質を塗布することもできる。また、電磁波の漏洩を防止するため、蓋体3で封止する際のAu-Sn、Au-Siなどのシール部を後述するアース層を壁内のスルーホールや壁外のメタライズ層等に接続して同電位とすることが望ましい。

【0015】本発明によれば、上記の半導体装置において、半導体素子5に信号を伝送する線路として、マイクロストリップ線路、ストリップ線路、グランド付コプレーナ線路のうちから選ばれる1種の高周波用伝送線路が、キャビティ4内の絶縁基板における絶縁基板の表面に形成されている。図1の半導体装置によれば、伝送線路はマイクロストリップ線路として形成されている。

【0016】図1によれば、絶縁基板は、複数の誘電体層によって構成されている。キャビティ4内の絶縁基板2の表面には、ストリップ線路6が形成され、また絶縁基板2の底面には、ストリップ線路7が形成されている。そして、絶縁基板2内には、フィルター回路8が形成されている。そして、ストリップ線路6の端部は、導体層からなる接地層9に形成されたスロット孔10を挟んでフィルター回路8の端部を対峙され、かかる構造において、ストリップ線路6はフィルター回路8と電磁結合される。一方、ストリップ線路7の端部は、導体層からなる接地層11に形成されたスロット孔12を挟んでフィルター回路8の端部と対峙され、かかる構造において、ストリップ線路7はフィルター回路8と電磁結合される。なお、ストリップ線路6は接地層9とともにマイクロストリップ線路13を形成し、また、ストリップ線路7は、接地層11とともにマイクロストリップ線路14を形成する。

【0017】このスロット孔10を介して形成されたストリップ線路6とフィルター回路8の端部は、図2の斜視図から明らかなように、接地層9に形成されたスロット孔10を挟んで、それぞれの線路の端部が平面的に必要な伝送信号周波数の約1/2波長相当長さで重なるように位置に形成されることが望ましく、スロット孔10の形状は、長辺と短辺とからなる長方形の孔であり、この孔の形状によって使用周波数の特定と周波数の帯域幅を特定することができる。そのためスロット孔の長辺は伝送信号周波数の1/2波長相当長さにするのが望まし

く、スロット孔の短辺は $1/5$ 波長相当長さから $1/50$ 波長相当長さに設定すると、帯域幅は $3\text{GHz} \sim 20\text{GHz}$ に制御することが出来る。さらに信号の透過特性を改善するには、スロット孔の特性インピーダンスが小さくなることが望ましいことから、スロット孔の短辺は $1/10$ 波長相当長さ以下にすることが特に望ましい。

【0018】図1の半導体装置において、フィルター回路8は、図3に示すように、伝送信号周波数の $1/2$ 波長相当長さの同一形状の導体路15が等間隔で同一平面上に多段に配列した平面型ストリップ共振線路によって形成されている。なお、このストリップ共振線路はその周囲に電磁波が漏洩しないように、フィルター回路8の周囲にアース帯16形成され、このアース帯16は、ビアホール17にてアース層9およびアース層11と電気的に接続されている。

【0019】また、フィルター回路8の構造としては、図1のように同一平面に形成したものに限定されず、例えば、図4に示すように、導体路18を複数の平面に多段に形成してもよい。この場合、導体路18の末端でのスロット孔10またはスロット孔12を介して高周波伝送線路6、7との結合において、導体路18Aの接地層9との間隔 X_1 を、接地層11との間隔 X_2 よりも狭くすることによって、間隔 X_1 と間隔 X_2 とが同一である図1に比較して、導体路18Aと伝送線路6とをより効率的に電磁結合させ、特定周波数の信号の通過特性を向上させることができる。また、図3によれば、導体路18Bと伝送線路7との関係も上記と同様である。

【0020】また、本発明の高周波用半導体装置によれば、高周波伝送線路6、7が形成された誘電体層2Aと2Cを高周波での伝送特性を良くする目的から低誘電率からなる誘電体材料から形成し、また、フィルター回路8が配設された誘電体層2Bを誘電体層2A、2Cよりも誘電率の大きい誘電体材料により形成することによりフィルター回路8をより小型化して半導体装置内に収納させることができる。この場合、誘電体層2A、2Cは、同一の誘電体材料であればよく、具体的には、誘電率が7以下、特に6以下であり、誘電体層2Bは、誘電率9以上、特に12以上であることが望ましい。

【0021】なお、半導体装置1を外部回路基板（図示せず）に実装する場合には、従来より底面に形成されたストリップ線路7の一部に接続端子を形成し、この接続端子を介して外部電気回路基板と半田により接続するのが一般的であるが、かかる方法では、接続端子部でインピーダンス不整合が生じて反射損が生じやすいという問題がある。そのため、半導体装置1の底面に形成されたストリップ線路7の一部を外部回路基板表面の導体回路に対して直接半田等を用いて接続することが望ましい。外部回路基板へのさらに他の接続方法としては、半田接続部においてもインピーダンス不整合が生じる場合があるため、前記ストリップ線路7と外部回路基板上の伝送

線路を重ねて接触させることで実装し、線路以外の部分で半田固定することが望ましい。

【0022】なお、IC素子5は、ストリップ線路6の上に半田や金バンプ等により直接載置されることにより、伝送損失なく接続することができるが、ストリップ線路6とIC素子5との接続方法としては、これに限られるものではなく、例えば、金リボンや数本のワイヤボンディングにより接続したり、ポリイミド等の基板にCu等の導体を形成した導体板等により接続することもできる。

【0023】本発明の図1の高周波用半導体装置において、誘電体層2A、2Cを誘電率5.6、誘電損失 1.5×10^{-4} （測定周波数 13.2GHz ）のガラスセラミックスからなる誘電体材料により構成し、誘電体層2Bを誘電率14.6、誘電損失 3.5×10^{-4} （測定周波数 9.2GHz ）のガラスセラミックスからなる誘電体材料により構成し、各線路を導体に銅を用いて半導体装置を作製した。比較のために誘電率5.6、誘電損失 1.5×10^{-4} （測定周波数 13.2GHz ）の誘電体材料のみで半導体装置を作製した。半導体装置の入出力部における伝送特性をネットワークアナライザーにより測定した。図5（a）（b）にその結果を示す。図5の結果によれば、S21の特性が改善されることがわかる。

【0024】また、フィルター回路8が図4のような構造からなる場合において、誘電体層2A、2Cおよび誘電体層2Bを前記と同様に2種類の誘電体層により構成するとともに、フィルター回路8の導体路18Aの接地層9側の誘電体層厚み X_1 を $200\mu\text{m}$ として、接地層11側の誘電体層厚み X_2 を $200\mu\text{m}$ 、 $250\mu\text{m}$ 、 $300\mu\text{m}$ 、 $400\mu\text{m}$ に変え、その時の伝送特性の変化を図6に示した。図6の結果によれば、接地層11側の誘電体層厚み X_2 が大きくなるほど透過特性は向上しており、特に、 X_2/X_1 が1.5以上、特に2以上で良いことがわかる。

【0025】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明の高周波用半導体装置によれば、誘電体層にフィルター回路を有し、このフィルター回路が絶縁基板の表面と裏面に形成された高周波用伝送線路と電磁結合した半導体装置において、フィルター回路形成部の誘電体層をその他の誘電体層よりも高誘電率化することにより、フィルター回路自体を小型化することができ、しかも透過特性を向上させることができる。これにより、特定周波数の信号のみを入出力するとともに、半導体装置の小型化を図ることができ、しかも優れたフィルター特性を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高周波用半導体装置の一例を示す概略配置図である。

【図2】図1の高周波用半導体装置における電磁結合の構造を説明するための斜視図である。

【図3】図1の高周波用半導体装置におけるフィルター回路の構造を説明するための概略図である。

【図4】フィルター回路の他の構造を説明するための概略図である。

【図5】図1の半導体装置における伝送特性を示す図であり、(a)は本発明、(b)は比較例である。

【図6】図4におけるフィルター回路における X_1 、 X_2 を変化させた時の透過特性を示す図である。

【図7】従来の高周波用半導体装置の構造を説明するための概略配置図である。

【符号の説明】

1 高周波用半導体装置

2 絶縁基板

2A, 2B, 2C 誘電体層

3 蓋体

4 キャビティ

5 半導体素子

6, 7 ストリップ線路

8 フィルター回路

9, 11 接地層

10, 12 スロット孔

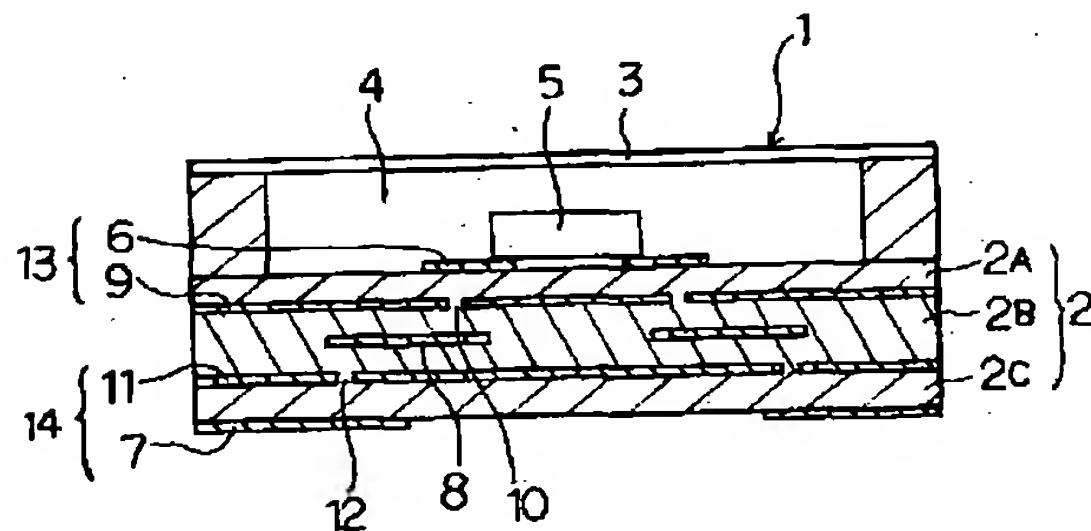
10 13, 14 マイクロストリップ線路

15, 18, 18A, 18B 導体路

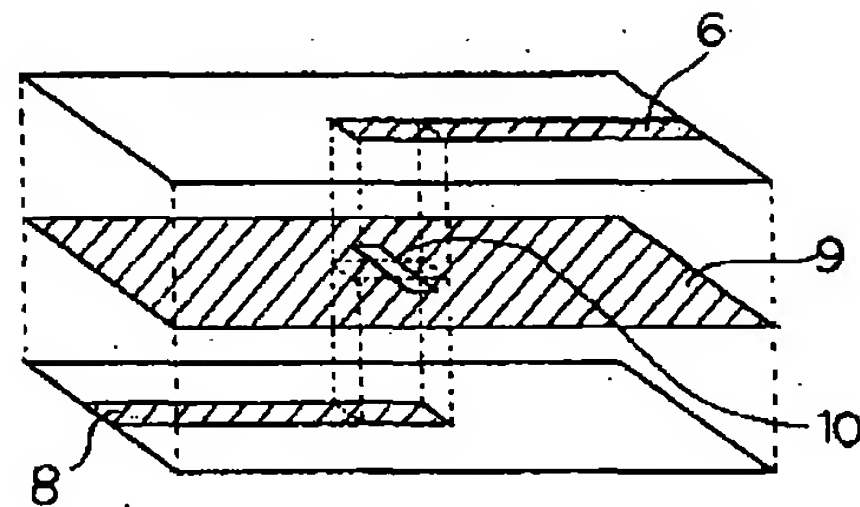
16 アース帯

17 ビアホール

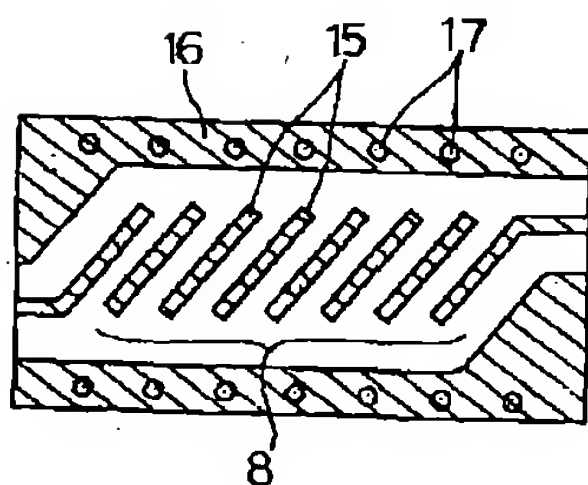
【図1】



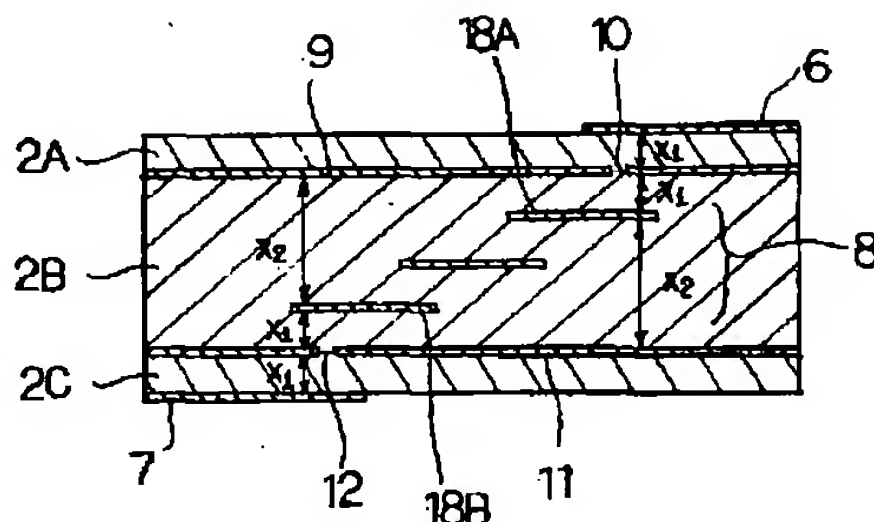
【図2】



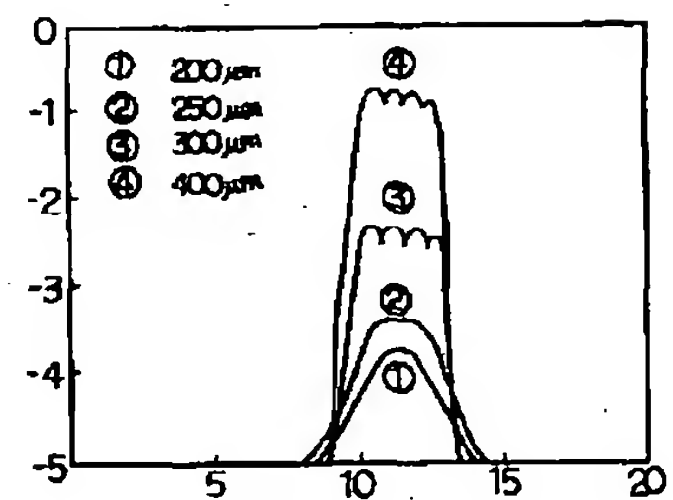
【図3】



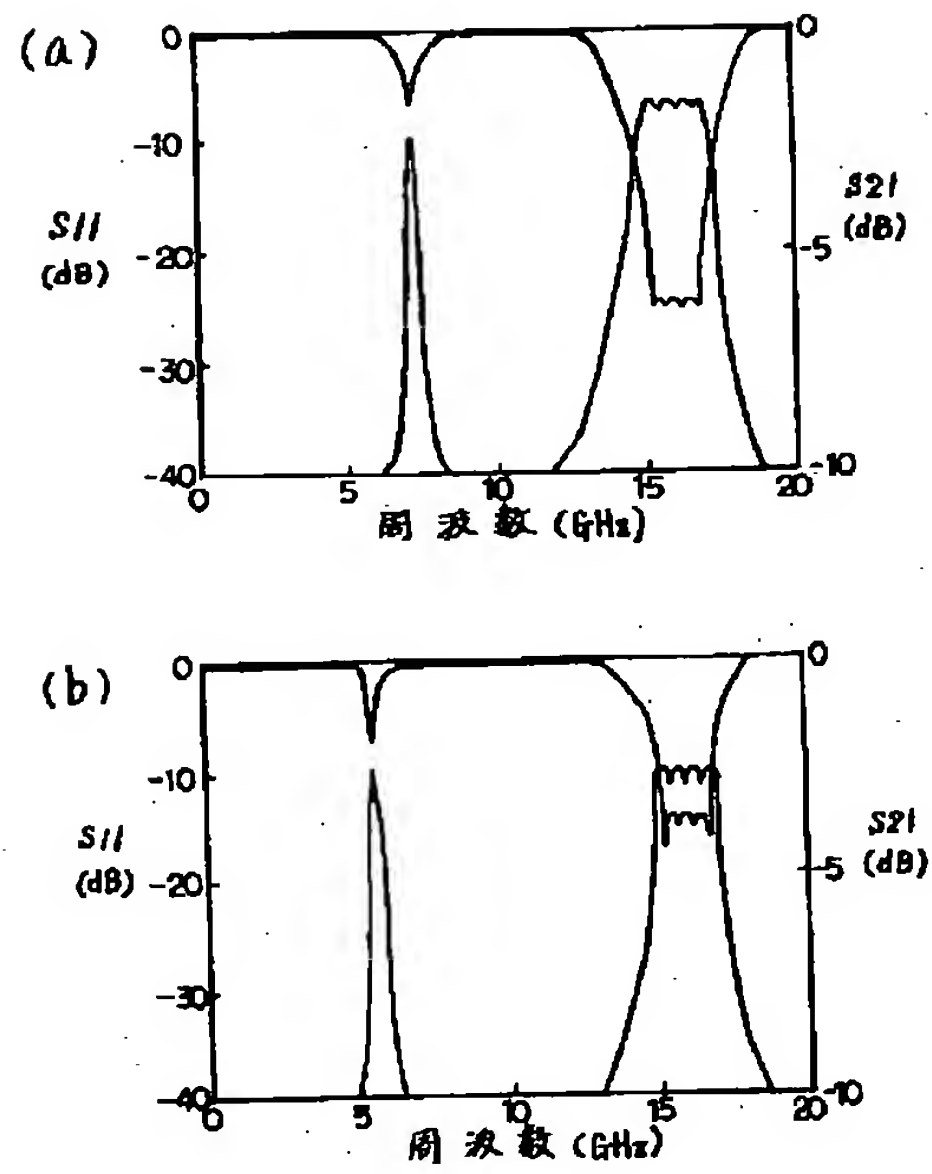
【図4】



【図6】



【図5】



【図7】

